# İntraoperatif Radyoterapi Doz Hesaplama Sisteminde Kullanılan Transfer Katsayılarının Monte Carlo Simülasyonu ile Doğrulanması

**Mustafa Çağlar[1], Dursun Eşitmez[1], Mehmet Sıddık Cebe[1], Orhan İçelli[2], Hilal Acar Demir[1]**

*[1] İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Fiziği Anabilim Dalı, 34810, İstanbul, Türkiye*

*[2] Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Anabilim Dalı, 34220, İstanbul, Türkiye*

**Amaç:** *Transfer Katsayısı* ($T_k$), INTRABEAM® X-Ray Source (XRS) (Carl Zeiss Surgical, Oberkochen, Germany) sistemi için doz hesaplamasında kullanılan ve aplikatörlerin doz geçirgenliğini ifade eden bir parametredir. $T_k$ değeri, Intrabeam sistemine ilgili firma tarafından yüklenmektedir ve kullanıcı tarafından değişikliğine izin verilmemektedir. Bu çalışmada, Monte Carlo (MC) simülasyon yöntemiyle elde edilen $T_k$ sonuçları ile sistem datalarının (SD) karşılaştırılarak doğruluğunun tayini amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmamızda, Intrabeam sisteminin versiyonlarından biri olan XRS4 (50 kV potansiyel fark altında hızlandırılmış elektronların altın hedefe çarptırılarak radyasyon üretilmesi temeline dayanan minyatüre bir x ışını tüpü) ve meme ışınlamalarında en sık kullanılan 2 farklı boyuta (Çaplar 4 cm ve 5 cm) sahip küresel aplikatörler kullanılmıştır.

Seçilen aplikatörler için, doz hesaplaması sırasında kullanılan Tk değerleri cihaz sisteminden alınmıştır. Bu değerler, üretici firma tarafından efektif kaynak noktasını dikkate alan referans derinlikte aplikatörlü doz hızının, aplikatörsüz ölçüme oranı olarak elde edilmiştir.

Çalışmamızda ayrıca, Monte Carlo N-Particle Transport 5 (MCNP5) simülasyon sistemi kullanılmıştır. Buna göre, XRS4 cihazı için elektronların çıkıp altın hedefe çarptığı "probe" olarak adlandırılan kısmının geometrik ve materyal bilgilerine uygun şekilde programlanması sağlanmıştır.

Gerçekleştirilen probe simülasyonunun doğruluğundan emin olmak adına F4 tally'si kullanılarak Enerji- Akı grafikleri çizdirilip kontrol edilmiştir. Daha sonraki aşamada ise yine geometrik ve materyal bilgilerine göre oluşturulan aplikatörlerin simülasyonda cihaza yerleştirilmesi yapılmıştır.

Transfer katsayılarının belirlenmesi adına ilk önce aplikatörsüz, daha sonra 2 farklı boyuta sahip aplikatör (Çaplar 4 cm ve 5 cm) için ayrı ayrı simülasyonlar çalıştırılmıştır. Simülasyon sırasında Number of Particles (nps) sayıları istatistiksel anlamlılık içerisinde olacak şekilde $10^{12}$ olarak belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen simülasyondan elde edilen bu datalar, sisteme ilgili firma tarafından girilmiş olan katsayılar ile karşılaştırılmıştır.

**Sonuç:** Yapılan Monte Carlo simülasyonlarında elde edilen katsayılar referans derinlik olan 2,65 cm' de $T_K$ (MC, $App_{4cm}$) = 1,364; $T_K$ (MC, $App_{5cm}$) = 1,423 şeklindedir.

Sistem datalarından çekilen katsayılar aynı derinlik için $T_K$ (SD, $App_{4cm}$) =1,383; $T_K$ (SD, $App_{5cm}$) =1,495 şeklindedir.

Buna göre; 18 farklı derinlikte sistem dataları MC simülasyonu ile 4 cm'lik ve 5 cm'lik aplikatörler için %95'in üzerinde bir uyum göstermektedir.

**Sonuçlar:** Intrabeam sisteminde doz hesabında oldukça önemli bir yere sahip olan transfer katsayıları, ilgili firma tarafından sisteme girilmiş olsa bile, kullanıcılar tarafından ayrı ayrı ölçülmesi ve doğrulanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** IORT, Intrabeam, İntraoperatif Radyoterapi, Monte Carlo Simülasyonu, Transfer Katsayısı